

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-040428

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl. G02F 1/13363  
G02F 1/1335  
G02F 1/139

(21)Application number : 2000-273321

(71)Applicant : STANLEY ELECTRIC CO LTD  
IWAMURA YASUFUMI

(22)Date of filing : 08.09.2000

(72)Inventor : IWAMOTO YOSHIHISA  
IWAMURA YASUFUMI

(30)Priority

Priority number : 11274633  
2000142035

Priority date : 28.09.1999  
15.05.2000

Priority country : JP

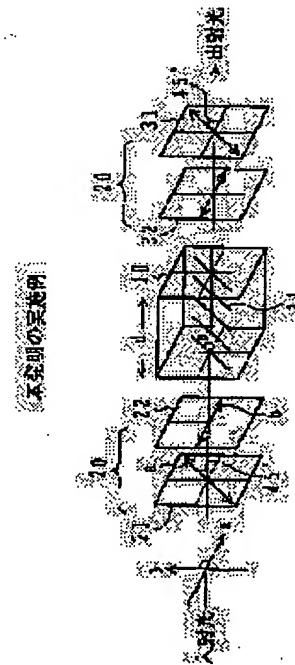
JP

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device having an effective numerical aperture close to that of a liquid crystal display device in which liquid crystal molecules are in a single-crystalline array state, little visual angle dependence and excellent display quality in the liquid crystal display device having a liquid crystal array state in which liquid crystal molecules are arrayed in random directions in an azimuthal direction parallel to a substrate or in directions continuously changing in a plane parallel to the substrate.

**SOLUTION:** In the liquid crystal display device wherein a liquid crystal layer is interposed between a pair of substrates opposed to each other, the liquid crystal layer has a state in which: the liquid crystal molecules in the liquid crystal layer is arrayed in random directions in the azimuthal direction parallel to the substrate or in directions continuously changing in the surface parallel to the substrate; and circular polarizing plates are disposed on respective outsides of the pair of substrates or a circular polarizing plate is disposed on the outside of one of the pair of substrates; and a light reflecting plate is disposed adjacently to the other substrate side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-40428

(P2002-40428A)

(43) 公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363	2 H 0 8 8
1/1335	5 1 0	1/1335	5 1 0 2 H 0 9 1
1/139		1/137	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2000-273321(P2000-273321)  
(22) 出願日 平成12年9月8日(2000.9.8)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-274633  
(32) 優先日 平成11年9月28日(1999.9.28)  
(33) 優先権主張国 日本(J P)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-142035(P2000-142035)  
(32) 優先日 平成12年5月15日(2000.5.15)  
(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000002303  
スタンレー電気株式会社  
東京都目黒区中目黒2丁目9番13号  
(71) 出願人 395011735  
飯村 靖文  
東京都府中市是政5-6-6 ライオンズ  
プラザ府中・是政駅前316号室  
(72) 発明者 岩本 宣久  
神奈川県横浜市青葉区桂田西1-3-1  
スタンレー電気株式会社技術研究所内  
(74) 代理人 100091340  
弁理士 高橋 敬四郎 (外1名)

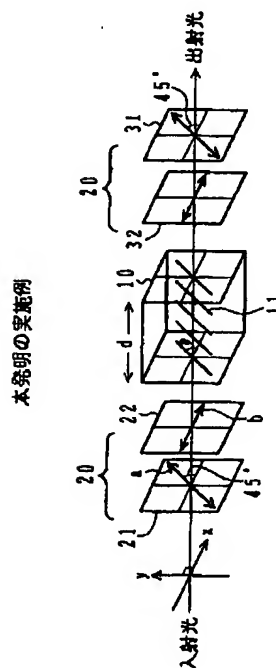
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置において、液晶分子が単結晶配列の液晶表示装置と同様な実効開口率を有し、視角依存性が少なく、しかも表示品質の優れた液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板のそれぞれの外側に、円偏光板を配置している。さらに、液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板の一方の外側に円偏光板を配置し、他方の基板側に隣接して光反射板を有する。



本発明の実施例

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板のそれぞれの外側に、円偏光板を配置している液晶表示装置。

【請求項2】 前記円偏光板は、直線偏光板と1/4波長板とを組み合わせる構成され、前記直線偏光板の透過軸の方向と前記液晶層の基板界面の液晶分子の配向方向とのなす角度が45度となっている請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記円偏光板は、直線偏光板と1/4波長板とを組み合わせる構成され、前記直線偏光板の透過軸の方向と前記1/4波長板の遅相軸の方向とが45°になるように配置されている請求項1あるいは2記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記一对の基板の両外側に配置された前記1/4波長板の遅相軸の方向が互いに平行または直交するように配置されている請求項3記載の液晶表示装置。

【請求項5】 液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板の一方の外側に円偏光板を配置し、他方の基板側に隣接して光反射板を有する液晶表示装置。

【請求項6】 前記円偏光板は、直線偏光板と1/4波長板とを組み合わせる構成され、前記直線偏光板の透過軸の方向と前記1/4波長板の遅相軸の方向とが45°の関係になるように配置されている請求項5記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記1/4位置波長板の遅相軸の方向が任意の方向である請求項6記載の液晶表示装置。

【請求項8】 さらに前記液晶層に電圧を印加する電極を有し、前記電極により前記液晶層に形成される電界は、前記一对の基板間の方向あるいは、前記基板と平行な面内で均一でない請求項1あるいは5記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記液晶層の前記基板間方向の厚み $d$ と、該厚み方向のカイラルピッチ $p$ とが、 $d/p \leq 0.25$ になるように設定されている請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項10】 前記一对の基板の内の表示面となる基板とは反対側の基板の外側に配置された前記円偏光板がコレステリックフィルムで構成されている請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項11】 前記液晶層がアモルファス配向ECBモード液晶セルである請求項1あるいは2あるいは5記

載の液晶表示装置。

【請求項12】 前記液晶層がアモルファス配向HANモード液晶セルである請求項1あるいは2あるいは5記載の液晶表示装置。

【請求項13】 前記液晶層がツイスト配向液晶セルである請求項1あるいは2あるいは5記載の液晶表示装置。

【請求項14】 前記液晶層が、スリット開口部を有する電極による電界により配向する垂直配向液晶セルである請求項1あるいは2あるいは5記載の液晶表示装置。

【請求項15】 前記一对の基板のそれぞれの外側に配置された前記円偏光板の各々は、直線偏光板と1/4波長板とを組み合わせる構成され、一方の前記円偏光板の前記1/4波長板の遅相軸の方向と他方の前記円偏光板の前記1/4波長板の遅相軸の方向とが互いに直交するように配置されている請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項16】 前記一对の基板のそれぞれの外側に配置された前記円偏光板の一方と他方の直線偏光板の透過軸の方向は互いに直行するように配置されている請求項15記載の液晶表示装置。

【請求項17】 前記1/4波長板は、理想的な1/4波長板の波長分散性に比べてより小さな波長分散性を有する請求項16記載の液晶表示装置。

【請求項18】 前記1/4波長板は、材料を所定の方向に延伸した延伸軸を有する一枚のフィルムからなる請求項17記載の液晶表示装置。

【請求項19】 前記液晶層が、ECBモード液晶セルである請求項15から18のいずれか1項記載の液晶表示装置。

【請求項20】 前記1/4波長板の表面と平行な方向で互いに直交する方位角方向の屈折率を $N_x$ 、 $N_y$ とし、厚み方向の屈折率を $N_z$ としたときに、前記一对の基板のそれぞれの外側に配置された前記円偏光板の前記1/4波長板の各々が $N_x > N_y > N_z$ の関係を有するフィルムであり、一方の円偏光板と他方の円偏光板の1/4波長フィルムの $N_z$ の軸方向は同一で、 $N_x$ の方向が交差している請求項15記載の液晶表示装置。

【請求項21】 前記1/4波長板が $N_x > N_y > N_z$ の関係を有する少なくとも2枚のフィルムからなる請求項20記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に係わり、特に、液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置において、液晶自身の複屈折性により、表示面の観察方向（視認角）が変化する

と、それにつれて表示状態も変化するという問題がある。これは、液晶層における液晶分子が基板界面の配向規制により、単結晶的配列をしているためと考えられる。

【0003】この視認角依存性を少なくして、どの観察方向からも同じような表示状態とする方法として、液晶分子を画素内であらゆる方向にランダムに配向させるいわゆるマルチドメイン法が考案されている。たとえば、各画素の一つ一つを二つあるいは四つの異なる配列方位を持った液晶分子で構成される複数の副画素に分割して構成するものが多く提案されている。マルチドメイン法では、全方位に液晶配列する副画素（ドメイン）が存在するアモルファス配向や、ASM（Axially Symmetric aligned Micro-cell）配向すなわち軸対称配向等が視認角依存性の対策としてもっとも有効であると考えられる。

【0004】液晶セルの光透過率が高く、良好な表示状態を得るためには、液晶配向方向と偏光板配置の関係は、ある特定の条件を満たしている必要がある。

【0005】図35は、ECB型（Electrically Controlled Birefringence）-LCD（液晶表示装置）の電圧印加時の様子を模式的に描いたものである。液晶層を対向する一対の透明基板（図示せず。）で挟持したECB型液晶セル1は、互いに直交する透過軸（偏光軸）方向（矢印）の直線偏光板2、3で挟持されている。4は液晶分子の長軸方向を模式的に図示したもので、例えば、電圧無印加時には、偏光板に対して垂直な方向に立っていて、互いに直交関係にある偏光板2、3により光は通過できないで暗表示となる。電圧印加時には、液晶分子は図35のよう

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ECB型LCDにおいて高透過率でかつ高コントラストな表示を実現するには、偏光板2、3の透過軸（偏光軸）とセル基板界面の液晶分子の配向方向とのなす角度は、45度とするのが通常である。従って、1画素における液晶配向方向の方位がランダム性が強いアモルファス配向やASMモードやあるいは電圧印加時の垂直配向ECBモードのLCDでは、そのような角度条件を満たさない副画素が存在することにより実効的な開口率が低下し、光透過率の低下を招き、特に、表示面の正面方向から観察した時の電気光学特性が著しく低下する。

【0007】本発明の目的は、液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置において、液晶分子が単結晶的配列

の液晶表示装置と同等な実効開口率を有し、視角依存性が少なく、しかも表示品質の優れた液晶表示装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によれば、液晶層を一対の対向する基板で挟持した液晶表示装置は、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一対の基板のそれぞれの外側に、円偏光板を配置している。

【0009】本発明の他の観点によれば、液晶層を一対の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一対の基板の一方の外側に円偏光板を配置し、他方の基板側に隣接して光反射板を有する液晶表示装置も含む。

【0010】偏光手段に円偏光板を使用したことによって、液晶セル内の方位角方向の異常配向状態を不可視化して、かつその領域を有効画素化することにより実効的な開口率を向上させる。本発明は、透過型液晶表示装置と反射型液晶表示装置のいずれにも適用可能である。

【0011】

【発明の実施の形態】通常、液晶セルの前後、すなわち、前面と後面とは、図35の例でも示したように、それぞれ直線偏光板が貼り付けてあるが、本発明においては、直線偏光板の代わりに円偏光板を使用することにより、液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列したり、または基板に平行な面内で連続的に変化している状態を持つ液晶表示装置であっても、液晶分子が単結晶的配列の液晶表示装置と同様な実効開口率を有する表示状態が得られる。しかも、視角依存性が少なく、表示品質が優れる。

【0012】図1に、本発明の実施例による透過型の液晶表示装置の模式図を示す。10は、液晶層であり、図示しない一対の透明基板で液晶11を含む液晶層10が挟持されている。液晶層10の両外側には、それぞれ円偏光板20、30が配置されている。円偏光板20は、直線偏光板21と1/4波長板22とで構成される。直線偏光板21の透過軸の方向aと1/4波長板22の遅相軸の方向bとが45°になるように配置されている。もう一方の円偏光板30も直線偏光板31と1/4波長板32とで構成されていて、直線偏光板と1/4波長板の順序は逆である。

【0013】すなわち、直線偏光板21と31とは液晶セル10の前後にその透過軸がx軸に対して45°でパラレル配置され、1/4波長板22と32はいずれも遅相軸が平行で0°である。この配置条件で、液晶分子1

10

20

30

40

50

1がx軸に関して方位角 $\theta$ だけ傾いている場合、ジョーンズベクトルを用いて正面出射電界 $E_{out}$ を示すと式1の通りとなる。

$$E_{out} = \begin{bmatrix} E_{out-x} \\ E_{out-y} \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \cos \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} + 1 & i \sin \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} - 1 \\ -\cos \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} - 1 & -i \sin \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} + 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{in-x} \\ E_{in-y} \end{bmatrix}$$

$$\text{ここで } \delta = \begin{cases} \frac{2\pi\Delta nd}{2} \longrightarrow \text{透過型} \\ 2\pi\Delta nd \longrightarrow \text{反射型} \end{cases} \quad \dots (1)$$

【0015】ここで、 $E_{in}$ は正面入射光電界を示す。 $\Delta n$ は屈折率異方性、 $\Delta nd$ はリタデーション、 $i$ は虚数単位を示す。液晶セル10に入射する電界 $E_{in}$ は、円偏光板20を通過するだけなので、次の式2で表せ

$$\begin{bmatrix} E_{in-x} \\ E_{in-y} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

【0017】これを考慮して、出射光強度 $I$ を求める  
と、式3に示すように、液晶層10のリタデーション $\delta$ のみの関数となる。

$$I = E_{out} E_{out}^* = \sin^2 \delta \quad \dots (3)$$

【0019】但し、 $E_{out}^*$ は $E_{out}$ の複素共役である。すなわち、透過光強度 $I$ は、液晶配向の方位 $\theta$ には無関係で、液晶層10の厚さ方向の液晶分子配列のみに依存する。

【0020】図1の透過型液晶表示装置のほかに、反射型液晶表示装置の実施例を図2に示す。図2で、40は光反射板あるいは反射面であり、出射光は液晶層を2回透過するが、それ以外は図1の実施例と同様であり、同じような効果を得ることができる。

【0021】図3は、透過型液晶表示装置の別の実施例を示す。図1の場合と異なるのは、前後の円偏光板20と50との間の透過軸と遅相軸が直交した関係になっていることである。すなわち、出射側の円偏光板50の直線偏光板51の透過軸 $c$ と入射側の円偏光板20の直線偏光板21の透過軸 $a$ とは互いに直交し、出射側の円偏光板50の1/4波長板52の遅相軸 $e$ と入射側の円偏光板20の1/4波長板22の遅相軸 $b$ とは互いに直交している。この実施例でも、図1の実施例と同様な効果

を得ることができる。

【0022】図4は、透過型液晶表示装置の別の実施例を示す。図1～図3の場合と異なるのは、入射側の円偏光板60を構成する偏光子（直線偏光板）61の透過軸 $a$ と液晶分子11の配向方向とのなす角度が45度と設定しており、それに伴い出射側の円偏光板70を構成する検光子（直線偏光板）71の透過軸 $c$ と液晶分子11の配向方向とのなす角度も45度となっていることである。さらに、出射側の円偏光板70の検光子71の透過軸 $c$ と入射側の円偏光板60の偏光子61の透過軸 $a$ とは互いに直交し、出射側の円偏光板70の1/4波長板72の遅相軸 $e$ と入射側の円偏光板60の1/4波長板62の遅相軸 $b$ とは互いに直交している。

【0023】図4の実施例の出射光電界強度 $E_{out}$ をジョーンズベクトルを用いて示すと式4の通りとなる。

【0024】  
【数4】

$$\begin{aligned}
 E_{out} &= \begin{bmatrix} E_{xout} \\ E_{yout} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{i\delta} \cos^2 \theta + \sin^2 \theta & \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) \\ \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) & e^{i\delta} \sin^2 \theta + \cos^2 \theta \end{bmatrix} \\
 &\quad \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{xia} \\ E_{yia} \end{bmatrix} \\
 E_{out} &= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ i E_{xia} (e^{i\delta} + 1) \end{bmatrix} \quad \dots (4)
 \end{aligned}$$

【0025】さらに出射光強度  $I_{out}$  は、式5に示すようになる。

【0026】

【数5】

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \cos^2 \left( \frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (5)$$

【0027】この実施例でも、液晶層10のリタレーション  $\delta$  のみの関数となり、透過光強度は液晶分子の方位角  $\theta$  には無関係となつて、図1～図3の実施例と同様な効果を得ることができる。

【0028】この式によると、円偏光板を使用した場合、透過光強度は液晶分子の方位角  $\theta$  に関係ないことが判る。理想的な円偏光板を用いた場合、円偏光板と液晶層との配置は任意でよい。すなわち、円偏光板の軸方位は原理的には任意でよいことになる。

【0029】なお、図4の実施例の入射側と出射側の円偏光板の1/4波長板の遅相軸は互いに平行であるために、円偏光の回転方向は入射側と出射側で同一（いずれも右回りか、あるいは左回り）となるので、ノーマリホワイト表示が得られる。図4の配置で、入射側と出射側の円偏光板の1/4波長板の遅相軸を互いに直交させると出射光強度  $I_{out}$  は、式6に示すようになる。この場合、円偏光の回転方向は入射側と出射側で逆回りとなるので、ノーマリブラック表示が得られる。

【0030】

【数6】

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \sin^2 \left( \frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (6)$$

【0031】

【実施例】次に、図1～図3に示した液晶表示装置の実施例について、実際に作製して試験した結果を図5と図6を参照して説明する。

【0032】各画素の液晶を駆動するコモン電極100を、長方形のストライプ状として、その中央部に隣接電極間隔と同じ幅の10  $\mu$ mでスリット開口部101（非電極部）を設けて、スリットのエッジ部による斜め電界（フリッジ電界、不均一電界）を利用して液晶分子の配向制御を行い、視角特性を改善した液晶セルと、円偏光

板との組み合わせを使用した。

【0033】液晶セルは、セル厚  $d = 3.8 \mu$ m、誘電率異方性が負  $\Delta \epsilon < 0$  であり、スリット電極100は電極間隔（＝スリット幅）が10  $\mu$ mである。印加電圧は4.3 V rmsで矩形交流波である。測定用光源として、ハロゲンランプに中心波長が530 nmのニコン製バンドパスフィルタを介して使用した。なお、参考のために、従来の直線偏光板を使用したものも作製して、比較測定を行った。

【0034】図5は、従来の直線偏光板を使用したものであり、図6は、同じ液晶セルに円偏光板（直線偏光板＋1/4波長板）を使用した本発明の実施例によるもので、いずれもニコン製偏光顕微鏡で、上記条件で電極のある面を撮影したものである。

【0035】図5の従来例の場合、直線偏光板は偏光顕微鏡に備わっているものを利用した。この場合、不均一電界（斜め電界）による液晶分子配向制御が行われているために、液晶分子の方位配向方向が1画素内で均一ではない。従って、液晶セル前後に配置した直線偏光板の透過軸方向  $f$ 、 $g$  と平行に配置している液晶分子の領域は電圧を印加しているにもかかわらず、光透過率が十分上昇しておらず、写真のように暗い影状に見えることが分かる。これは、暗い部分が液晶のダイレクタと偏光板の透過軸とが一致して、配向方向と偏光板の透過軸方向との関係が45°という最適条件を満たしていないためである。

【0036】図6の円偏光板を用いた、本発明の実施例の場合、入射側の円偏光板に使用する直線偏光板は、偏光顕微鏡に備え付けのものを利用し、1/4波長板はニコン製の530 nm用を使用し、もう一方の円偏光板用の直線偏光板と1/4波長板とは、サンリツ製円偏光板を用いた。図6の  $h$  と  $i$  は上側と下側の1/4波長板の遅相軸方向を示す。 $x$  は上側直線偏光板の透過軸方向で、 $y$  は下側直線偏光板の透過軸方向を示す。図6の写真から明らかなように、図5の従来のもので見られた暗い影状の部分は消失し、実効開口率は向上している。

【0037】図7に、その他に行ったシュミレーション検討結果をグラフで示す。図7は、本発明の円偏光板を使用する液晶表示装置で、液晶セルの液晶分子のツイスト角の大きさによりどのような影響があるか検討した結

果である。同図で、(a)、(b)、(c)、(d)は、それぞれ、ツイスト角が $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、及び $240^\circ$ の場合を示し、横軸が印加電圧、縦軸が光透過率を示す。そして、各グラフで実線が従来の直線偏光板使用のもので、点線が本発明の円偏光板使用の場合である。

【0038】図7から明白なように、円偏光板を使用した場合には、ツイスト角が大きくなればなるほど、透過率の低下が大きくなる。従って、ツイスト角は $0^\circ \sim 200^\circ$ 程度の範囲が実用的に望ましく、特に $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲が好ましい。

【0039】次に、図8の(a)の特性グラフは、図1の実施例の液晶層と円偏光板の配置における印加電圧(横軸)に対する光透過率(縦軸)についての検討結果を示したものである。ここで液晶のツイスト角は $0^\circ$ とした。プレティルト角は $89.9^\circ$ (垂直配向)である。この場合、液晶層10を光軸を中心として回転させても、特性は図7の(a)と殆ど変わらなかった。すなわち、円偏光板と液晶分子の配向方向の関係は、任意とすることができることが分かった。

\*【0040】さらに、図8の(b)の特性グラフは、図1の実施例の液晶層と円偏光板の配置における印加電圧(横軸)対透過率(縦軸)の別の検討結果を示したものである。カイラル剤を添加して液晶のツイスト角は $90^\circ$ とした。プレティルト角は $89.9^\circ$ (垂直配向)である。この場合、液晶層10は固定し、出射側の円偏光板50を光軸を中心として回転させた。この場合、図3の配置も含まれることになる。このようにして円偏光板50を回転させても、図8の(b)の特性は殆ど変わらなかった。すなわち、前後の円偏光板の配置関係は、任意とすることができることが分かった。

【0041】次に、図4に示す液晶表示装置の実施例に関し、基本的構成は共通で、以下に示すような(1)~(6)の六つの異なる条件の液晶セルを実際に作成して、それらの特性をそれぞれについて測定した実験例の結果を説明する。それら各セルの共通の製造条件は、次の通りである。なお、記号a-はアモルファス、SHはスーパーホメオトロピック、HANはハイブリッドアラインドネマティックを意味する。

\*20 【0042】

基板：TSP-018 電極：面抵抗 $10\Omega/\square$ ：SLIT(スリット)配向用

TSP-019

$10\Omega/\square$ ：a-SH、光配向SH用

TSP-014

$100\Omega/\square$ ：SH以外

配向膜成膜：スピナー使用(2000rpm/60sec)配向膜：水平配向用、垂直配向用、光配向用

d/p：0.25

プリベーク：ホットプレートにて $90^\circ\text{C}$ で2分間

$\Delta nd$ ：0.485 $\mu\text{m}$

ポストベーク：水平配向用で $240^\circ\text{C}$ 、垂直配向用で $160^\circ\text{C}$ 、光配向用で $200^\circ\text{C}$

$\Delta\epsilon$ ：>0

顕微鏡写真：図11

ギャップ制御：顕微鏡1/4視野当り $3.8\mu\text{m}$ 径120個(SHセルのみ)

電気光学特性：図19

実験例(3)a-HANモードLCD

顕微鏡1/4視野当り $5.0\mu\text{m}$ 径80個(その他のセル)

30 表示側配向膜：垂直配向用

裏側配向膜：水平配向用

シール：真空注入パターン(SHセルのみ)、毛細管注入パターン(その他のセル)

セル厚： $5.0\mu\text{m}$

液晶：ZLI-5200-000

プレス：通常条件( $1.1\text{kg}/\text{cm}^2$ )

d/p：0

$\Delta nd$ ：0.6 $\mu\text{m}$

実験例(1)-軸a-ECBモードLCD

$\Delta\epsilon$ ：>0

顕微鏡写真：図10

表示側配向膜：水平配向用

電気光学特性：図18

裏側配向膜：水平配向用

実験例(4)SLIT配向SHモードLCD

セル厚： $5.0\mu\text{m}$

40 表示側配向膜：垂直配向用

裏側配向膜：垂直配向用

液晶：MLC-2019

セル厚：3.8 $\mu\text{m}$

d/p：0

液晶：MJ95170+CB-15

$\Delta nd$ ：0.387 $\mu\text{m}$

d/p：0.0.25、0.7

$\Delta\epsilon$ ：>0

$\Delta nd$ ：約1.0 $\mu\text{m}$

顕微鏡写真：図9

$\Delta\epsilon$ ：<0

電気光学特性：図17

顕微鏡写真：図12(a)、(b)、図14(a)、(b)、図16(a)、(b)

実験例(2)a-TNモードLCD

表示側配向膜：水平配向用

電気光学特性：図20

裏側配向膜：水平配向用

セル厚： $5.0\mu\text{m}$

50 実験例(5)a-SHモードLCD

液晶：ZLI-3504-100

表示側配向膜：垂直配向用

裏側配向膜：垂直配向用

セル厚：3.8  $\mu\text{m}$

液晶：MJ95170+CB-15

d/p：0.025, 0.7

$\Delta n d$ ：約1.0  $\mu\text{m}$

$\Delta \varepsilon$ ：<0

顕微鏡写真：図12(c), (d)、図14(c), (d)、図16(c), (d)

電気光学特性：図21

実験例(6)一軸SHモードLCD

表示側配向膜：光配向用

裏側配向膜：光配向用

セル厚：3.8  $\mu\text{m}$

液晶：MJ95170+CB-15

d/p：0.025, 0.7

$\Delta n d$ ：約1.0  $\mu\text{m}$

$\Delta \varepsilon$ ：<0

顕微鏡写真：図13、図15、図16(e), (f)

電気光学特性：図22

なお、アモルファス配向(a-)のセルについては、比較のために水平配向膜をラビングした(推定プレティルト角1.5°)の通常セルも作成した。光配向セルは254nm波長の偏光光源で基板面に対して45°の斜め方向からの照射条件で得られるプレティルト角を基準に作成した。アモルファスセルの液晶注入は、ホットプレート上で等方相にて行い、注入後に自然冷却した。

【0043】上記の各モードのセルを作成して、表示面のテクスチャー観察を偏光顕微鏡観察システムにて行った。直線偏光板はSQX852-AP-HC、円偏光板は住友化学試作円偏光板CP-B(右回り円偏光板)/CP-B、CP-B/CP-D(左回り円偏光板)を使用した。そして、電気光学特性の測定は、LCD5000AGSにて行った。その際の直線偏光板と円偏光板はテクスチャー観察時のものと同じである。リファレンスはガラス、セルの駆動波形はスタティックで1kHzに固定し、光源はハロゲンランプである。

<テクスチャー観察結果>

(1)一軸配向セル

図9は、実験例(1)のa-ECBモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真であり、同図(a)は、従来の技術のセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図(b)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0044】図10は、実験例(3)のa-HANモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真であり、同図(a)は、従来の技術のセルの前

後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の

(b)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。なお、図において、矢印Pは偏光子61の透過軸方向を、矢印Aは検光子71の透過軸方向をそれぞれ示す。また、CP-Bは右回りの円偏光となる円偏光板を、CP-Dは左回りの円偏光となる円偏光板の組み合わせを示す。

10 【0045】図9と図10の(a)の直線偏光板の配置の場合には、液晶配向がランダム性のために、暗い領域が多く見られ、実質的な開口率が低いことがわかる。同図(b)の円偏光板をCP-B/CP-D配置(ノーマリブラック表示)の場合は、点欠陥が見られるが、見かけ上かなり均一な配向状態のように観察され、大幅に開口率が向上していることがわかる。同図(c)の円偏光板をCP-B/CP-B配置(ノーマリホワイト表示)とした場合は、写真が暗くてわかりにくい、実際にはかなり均一な表示が得られている。

20 【0046】なお、これらのモードではアモルファス配向のドメインサイズをより小さくしたセルについても確認を行ったが、点欠陥が増える以外は表示の均一性に違いは見られなかった。従って、点欠陥を少なくするためにはドメインサイズを大きくした方が良いと考えられる。

(2)ツイスト配向

図11は、実験例(2)のa-TNモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真であり、同図(a)は、従来の技術によるセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図(b)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0047】a-TNモードの場合は、配向方向がランダムであるにもかかわらず、表示の均一性は、図10(a)の従来の直線偏光板の組み合わせと、同図(c)の発明の実施例の円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合とで両者ともほぼ同等な均一性を得ている。本来、a-TNの光透過率は、通常のTNの98%程度が得られることが分かっている。なお、このツイスト配向の場合が一軸性配向と異なる点は、CP-B/CP-B配置でノーマリブラック表示で、CP-B/CP-D配置でノーマリホワイト表示となることである。これは、液晶層で光の偏光方向が90°回転しているためと考えられる。

(3)垂直配向

図12は、実験例(4)のSLIT配向SHモードと、実験例(5)のランダム配向SHモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。



垂直配向用配向膜を使用し、セルギャップ $d$ とカイラルピッチ $p$ との比 $d/p$ は0である。同図(a)は、従来の技術によるSLIT配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の(b)は、SLIT配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、従来の技術によるランダム配向SHモードの液晶セル前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合であり、同図(d)は、本発明の実施例によるランダム配向SHモードの液晶セルに円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0048】図13は、実験例(6)の光配向一軸SHモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、セルギャップ $d$ とカイラルピッチ $p$ との比 $d/p$ は0である。同図(a)は、従来の技術による光配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が $89.9^\circ$ とした場合で、同図の(b)は、光配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置としチルト角が $89.9^\circ$ とした場合で、同図(c)は、従来の技術による光配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が $89.5^\circ$ とした場合で、同図(d)は、本発明の実施例による光配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置としチルト角が $89.5^\circ$ とした場合での顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0049】図14は、実験例(4)のSLIT配向SHモードと、実験例(5)のランダム配向SHモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、図12と異なる点は、セルギャップ $d$ とカイラルピッチ $p$ との比 $d/p$ は0.25としたことである。同図(a)は、従来の技術によるSLIT配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の(b)は、SLIT配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、従来の技術によるランダム配向SHモードの液晶セル前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合であり、同図(d)は、本発明の実施例によるランダム配向SHモードの液晶セルに円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0050】図15は、実験例(6)の光配向一軸SHモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、図13と異なる点は、セルギャップ $d$ とカイラルピッチ $p$ との比 $d/p$ は0.25としたことである。同図(a)は、従来の技術による光配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が $89.9^\circ$ とした場合で、同図の(b)は、光配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置

としチルト角が $89.9^\circ$ とした場合で、同図(c)は、従来の技術による光配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が $89.5^\circ$ とした場合で、同図(d)は、本発明の実施例による光配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置としチルト角が $89.5^\circ$ とした場合での顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0051】図16は、実験例(4)のSLIT配向SHモードと、実験例(5)のランダム配向SHモードと、実験例(6)の光配向一軸SHモードの各液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、図12~15と異なる点は、いずれもセルギャップ $d$ とカイラルピッチ $p$ との比 $d/p$ は0.7としたことである。同図(a)は、従来の技術によるSLIT配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の(b)は、SLIT配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、従来の技術によるランダム配向SHモードの液晶セル前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合であり、同図(d)は、本発明の実施例によるランダム配向SHモードの液晶セルに円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(e)は、従来の技術による光配向SHモードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が $89.5^\circ$ とした場合で、同図(f)は、本発明の実施例による光配向SHモードセルで本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置としチルト角が $89.5^\circ$ とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0052】図12~図16に示した垂直配向モードのテクスチャー観察においても、従来の直線偏光板の組み合わせに比べて、本発明の円偏光板を使用した場合では、すべての条件においてブラッククロスが消失し、ブラッククロスの交点のみが点欠陥になっていることが分かる。特にランダム配向SHモードでは著しく特性改善がされることが顕微鏡写真からわかるであろう。

#### <電気光学特性>

##### (1)一軸配向セル

上記した実験例(1)のa-ECBモードセルと、実験例(3)のa-HANモードセルの印加電圧(横軸)対光透過率(縦軸)の電気光学特性のグラフを図17と図18にそれぞれ示す。いずれの特性図においても、比較のために従来の直線偏光板を組み合わせたセルの特性を付記してある。実線が従来の単結晶的配向セルに直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線がa-ECBモードセルで従来の直線偏光板を組み合わせた場合で、破線が本発明の実施例によるa-ECBモードセルに円偏光板をCP-B/CP-D配置で組み合わせた場合の特性である。

【0053】同特性図から、アモルファス配向セルにお

いて、円偏光板を使用したことによって、従来の直線偏光板使用の場合に比較して、最大透過率  $T_{max}$  が向上していることが分かる。しかし、単結晶的配向セルの特性には及ばないことも分かる。これは、円偏光板によって、ドメイン間の配向不連続性が完全には除去しきれないことが影響していると考えられる。

### (2) ツイスト配向セル

図 19 に上記した実験例 (2) の a-TN モードセルの印加電圧対光透過率の電気光学特性のグラフを示す。いずれの特性図においても、比較のために従来の直線偏光板を組み合わせたセルの特性を付記してある。実線が従来の単結晶的配向セルに直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線が a-TN モードセルで従来の直線偏光板を組み合わせた場合で、荒い破線が本発明の実施例による a-TN モードセルに円偏光板を CP-B/CP-D 配置で組み合わせた場合で、細かい破線が本発明の実施例による a-TN モードセルに円偏光板を CP-B/CP-B 配置で組み合わせた場合の特性である。

【0054】図 19 の特性から、ツイスト配向セルの場合には、円偏光板の組み合わせの特性は、直線偏光板との組み合わせの特性からは大幅に異なることが分かる。従って、ツイスト配向セルにおいての円偏光板の使用は大幅な特性の向上にはつながらないであろう。但し、反射型液晶表示装置に使用した場合には、円偏光の回転が液晶内で  $180^\circ$  あり、特性改善が期待できるであろう。

### (3) 垂直配向セル

上記した実験例 (4) の SLIT 配向モードセルと、実験例 (5) のランダム配向 SH モードセルと、実験例 (6) の一軸配向 SH セルの印加電圧対光透過率の電気光学特性のグラフを図 20 と図 21 と図 22 とにそれぞれ示す。

【0055】図 20 の特性図においても、比較のために従来の直線偏光板を組み合わせたセルの特性を付記してある。実線が従来のセル ( $d/p = 0$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線が SLIT 配向セル ( $d/p = 0$ ) で円偏光板を組み合わせた場合で、破線①が SLIT 配向セル ( $d/p = 0.25$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線②が SLIT 配向セル ( $d/p = 0.7$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線③が SLIT 配向セル ( $d/p = 0.7$ ) に円偏光板を組み合わせた場合の特性である。

【0056】図 21 の特性図は、実線が従来のセル ( $d/p = 0$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線がランダム配向 SH セル ( $d/p = 0$ ) で円偏光板を組み合わせた場合で、破線①がランダム配向 SH セル ( $d/p = 0.25$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線②がランダム配向 SH セル ( $d/p = 0.25$ ) に円偏光板を組み合わせた場合、破線③がランダム

配向 SH セル ( $d/p = 0.7$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線④がランダム配向 SH セル ( $d/p = 0.7$ ) に円偏光板を組み合わせた場合の特性である。

【0057】図 22 の特性図は、実線が従来のセル ( $d/p = 0$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線が一軸配向 SH セル ( $d/p = 0$ ) で円偏光板を組み合わせた場合で、破線①が一軸配向 SH セル ( $d/p = 0.25$ ) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線②が一軸配向 SH セル ( $d/p = 0.25$ ) に円偏光板を組み合わせた場合の特性である。プレティルト角はいずれも  $89.5^\circ$  である。

【0058】図 20～図 22 の特性において、円偏光板を CP-B/CP-B 配置で組み合わせた  $d/p = 0$  と、 $d/p = 0.25$  の条件において、すべての配向条件で  $T_{max}$  が上昇しているのが確認できた。特にランダム配向 SH セルと一軸配向 SH セル ( $89.5^\circ$ ) では  $T_{max}$  の値が高い。このように円偏光板の使用によって、実効開口率は大幅に増加し、シャープネスの向上ももたらしている。しかし、 $d/p = 0.7$  の条件では、 $T_{max}$  は直線偏光板の使用の場合よりも低下する。但し、しきい値低下及びシャープネスの向上の効果は得られている。すなわち、すべての配向条件で円偏光板を用いることによりブラッククロスが消去され、実質的開口率が上昇することが分かった。但し、 $d/p$  値が大きい条件のときには、 $T_{max}$  を低下させてしまう現象があることが分かった。この現象については別のシミュレーション検査によっても同様な結果が得られている。

【0059】以上の結果から、円偏光板を液晶層内でねじれないアモルファス配向 (ASM を含む) やブラッククロスが発生するスリット配向 (斜め電界による配向)、ランダム配向 SH などの液晶セルに適用すると、実質的な開口率が著しく向上し、良好な電気光学特性が得られることがわかった。特に垂直配向モードには有効であり、配向処理なしで高実効開口率が得られることが分かった。但し、垂直配向におけるカイラル剤の添加は必ずしも特性向上にはつながらない。また、 $d/p$  値は  $0.25$  以下での使用が望ましい。

【0060】次に、さらに本発明の別の実施例について図 23 を参照して説明する。これまでに説明してきた実施例では、液晶セルの前後に直線偏光板と  $1/4$  波長板とを組み合わせた構成の円偏光板を配置したが、図 23 に示した実施例においては、表示側には前述の実施例と同様な円偏光板 80 を配置し、それと反対側のバックライト光源側に、円偏光板の代わりに円偏光板と同様な作用を持ったコレステリックフィルム 90 を配置した。この実施例でも両側に円偏光板を使用した場合と同様な効果が得られた。

【0061】なお、コレステリックフィルム 90 の作成方法としては、Philips Research L

10

20

30

40

50

aboratoriesのD. J. Broer著による論文「Molecular Architectures in Thin Films by In-Situ Photopolymerization of Reactive Liquid Crystals」, SID 95 Digest・165に記載された方法を利用して得ることができる。また、コレステリックフィルムをバックライトパネルに形成する方法として、同じくPhilips Research LaboratoriesのD. J. Broer他著による論文「Reflective Cholesteric Polariser Improving the Light Yield of Back-and Side-Lighted Flat Liquid Crystal Displays」, ASIA Display '95に開示されているものを利用することができる。

【0062】本発明が適用可能な、液晶表示装置の形式としては、液晶の方位角方向がランダムあるいは連続的な変化をするマルチドメイン構造のもの、透過型、反射型、水平あるいは垂直配向ECB型、アモルファスTN型、軸対称配向LCD、ASM-LCD、スリットを設けた電極による不均一電界で駆動されるLCD、TFT-LCD等ほとんどすべての形式の液晶表示装置がその対象となる。たとえば、a-ECBモード、a-TNモード、a-HANモード、スリット配向SHモード、a-SHモード及び一軸SHモードの液晶セルが適用される。

【0063】次に、以上説明した本発明の実施例において使用される円偏光板として、直線偏光板と1/4波長板との組み合わせを用いる場合に、1/4波長板にPC（ポリカーボネート）やPES（ポリエーテルサルファイド）等を延伸して作成したフィルムを積層したものを使用する実施例について、以下に説明する。

【0064】フィルムを2枚貼り合わせたものは、「2枚貼り」タイプの円偏光板であり、その円偏光板の構成としては、直線偏光フィルムに上記材料の1/2波長フィルムと1/4波長フィルムとを重ねてラミネートしたものがある。この場合、1/2波長フィルムと1/4波長フィルムの組み合わせは、理想的な1/4波長板特性に近似した波長分散性を示すように構成される。なお、直線偏光フィルムに1/4波長フィルム1枚を直線偏光フィルムの透過軸方向と1/4波長フィルムの遅相軸方向とが45°となるように配置して貼り合わせた「1枚貼り」タイプの円偏光板もある。これは通常は反射防止の目的で使用するが、タッチスイッチ等で使用される。

【0065】「2枚貼り」タイプの円偏光板用の1/4波長フィルムと、「一枚貼り」タイプのフィルムとを実際に用意して1/4波長板としての性能評価実験を行った結果を図24に示す。図24のグラフは横軸が波長で

縦軸がリタデーション値を示す。実験サンプルとしてはPC製2枚貼りフィルムと、PC製1枚貼りフィルムと、PES製1枚貼り2種類（1/4波長がCX-137.5nmとCX-150nmと異なる）とを用意し、光弾性変調素子を用いた測定システムで、波長632.8nmと543.5nmとで測定した。そして測定値をコーシーの波長分散式に従ったモデル式を用いて実測プロット点上にカーブフィッティングした結果が図24のグラフである。

【0066】図24において、太い実線の直線が理想的な1/4波長板の特性である。これに対して細かい点線の黒い四角をプロットしたカーブがPC2枚貼りタイプの1/4波長フィルムの特性で、その他の1枚貼りタイプの特性と比較して最も理想特性に近いことが判る。この実験結果から、理想的な1/4波長板を得るためには、波長分散性の小さいPESフィルムでも2枚貼り構成にすることが必要と判る。

【0067】さらに、別の実験において、ノーマリブラック表示型として、1/4波長フィルムを作成して分光スペクトル特性を測定した。この実験では、右回り円偏光板となるように直線偏光板とPC1枚貼りタイプの1/4波長フィルムを組み合わせたものと、左回り円偏光板となるように直線偏光板とPC1枚貼りタイプの1/4波長フィルムを組み合わせたものとを互いに遅相軸方向が平行するような配置で、0.3mm厚のガラス基板に平行に貼り合わせたサンプル（パラレル配置サンプル）と、右回り円偏光板となるように直線偏光板とPC1枚貼りタイプの1/4波長フィルムを組み合わせたものと、左回り円偏光板となるように直線偏光板とPC1枚貼りタイプの1/4波長フィルムを組み合わせたものとを互いに遅相軸方向が直交するような配置で、0.3mm厚のガラス基板に平行に貼り合わせたサンプル（クロス配置サンプル）とを用意し、各サンプルの分光スペクトルを島津製作所製UV-3100分光器を使用して測定した。測定波長は可視領域（380～780nm）である。図25は、その実験結果のグラフを示す。

【0068】図25の測定結果から、実線のカーブ上にプロットされるパラレル配置の円偏光板では、図24のリタデーション特性からも予想されるように、特定の狭い波長領域でのみ黒レベルが良好となっている。その波長領域以外では1/4波長からずれているために、大きく光漏れが生じる。これに対して、点線のクロス配置の円偏光板では、広範囲の波長領域において良好な黒レベルが得られることが判る。

【0069】さらに別の実験において、上記クロス配置の円偏光板として、直線偏光板に組み合わせるフィルムをPC1枚貼りと、PC2枚貼りと、PES1枚貼り2種類（1/4波長が異なる）の各タイプと、比較のための2枚の直線偏光板を偏光軸がクロス配置としたものとを用意して分光スペクトル特性を測定し、その結果を図

26に示す。そしてそれらサンプルの透過光の輝度値(Y%)を表1に示す。

【0070】

【表1】

クロス配置時輝度Y

1/4波長フィルム	輝度 Y%
CX-137.5nm	0.03
CX-150nm	0.03
PC1枚	0.06
PC2枚貼り合わせ	0.12
直線偏光板 クロス	0.01

【0071】図26の実験結果から、リタデーション特性では最も理想的1/4波長板に近かったPC2枚貼りタイプの円偏光板の特性(白い四角)が最も透過率と輝度値が高い。それに対して、PC1枚貼りタイプとPES1枚貼りタイプのものは、直線偏光板のクロス配置のものには及ばないものの、相当に良好な黒レベルが得られている。但し、PES1枚貼りタイプのものは若干黒レベル輝度が低い。

【0072】以上の測定結果から、リタデーション測定においてはPC2枚貼りタイプのものが有効と予想されたが、総合的な評価結果では、1枚貼りタイプでも十分な黒レベルが得られる結果となった。この理由は、左回りと右回りの円偏光板のフィルムの遅相軸がクロス配置であり、リタデーションがキャンセルされるためであると考えられる。

【0073】さらに、上記の実験から有効と考えられた、1枚貼りタイプの1/4波長板を使用した左回りと右回りの円偏光板のクロス配置(遅相軸直交)のものを30 実際の液晶セルに配置した場合どのような効果が得られるかを実験した。比較のために従来の液晶セルに直線偏光板だけの配置のLCDと、左回りと右回りの円偏光板のパラレル配置(遅相軸平行)のLCDも用意して評価実験を行った。液晶セルは4分割垂直配向ドットマトリックスとした。その結果の顕微鏡写真を図27に示す。

【0074】図27の(a)は、直線偏光板だけの配置のLCDの場合で、偏光板透過軸方向に対して暗くなる領域が発生する良好なマルチドメイン配向が得られている。しかし、各ドメイン間が黒く観察され、実効開口率40 が高いことが判る。同図(b)は、左回りと右回りの円偏光板のパラレル配置のLCDであり、(a)の場合のようなドメイン間の黒化は目立たなくなっているが、各ドット間である線間の箇所も浮いて見え、コントラストも良くない。また、表示が色付く現象が見られた。同図(c)は、左回りと右回りの円偏光板のクロス配置の場合であり、(a)で見られた暗い領域がほぼ完全に除去され、実効的な開口率が大幅に向上した。本実験のサンプルでは、最大透過率が(c)の場合(a)に比べて約40%向上した。なお、両者ともコントラストは500

以上であった。

【0075】以上の結果から、右回りと左回りの1枚貼りタイプλ/4板を用いた円偏光板をセルの両側に配置したノーマリブラック透過型では、円偏光板の1/4波長板の遅相軸の配置は直交すなわちクロス配置の場合が優れていることがわかった。

【0076】なお、実験では、ECBモードの単純マトリックス構造のセルを用いたが、ECBモードであれば、単純マトリックスのみならず、アクティブマトリックス型の液晶セルにも本発明は適用でき同様な効果が得られる。もちろん、ECB以外のモードにも適用できる。また、1/4波長フィルムは、クロス配置の場合でも、2枚貼りタイプよりも1枚貼りタイプの方が優れていることが判った。

【0077】次に、表示装置として重要な要件である視角特性を改善した本発明の実施例について説明する。垂直配向セルにおける視角補償は、一般的には負の一軸性位相差板であるNOCフィルムを液晶相と偏光板との間に挿入することで行われていた。しかし、本発明のよう20 くに円偏光板を使用する場合であると、円偏光板の1/4波長フィルムが正の一軸フィルムであるために、NOCフィルムと組み合わせると、両者の特性が相殺されて、視角特性が改善できないという問題、例えば、直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせに比べて視角によって表示反転しない領域が狭くなるという問題がある。

【0078】垂直配向セルと円偏光板にNOCフィルムを組み合わせた透過型の液晶表示装置の模式図を図28に示す。110は、液晶層であり、図示しない一對の透明基板で液晶111を含む液晶層110が挟持されている。液晶層110の両外側には、直線偏光板121と1/4波長板122とで構成される円偏光板120と、直線偏光板131と1/4波長板132とで構成されているもう一方の円偏光板130とが配置されている。直線偏光板121の透過軸の方向(矢印)と1/4波長板122の遅相軸の方向(矢印)とが45°になるように配置されている。さらに、直線偏光板121と1/4波長板122との間にNOCフィルム123が、直線偏光板131と1/4波長板132との間にNOCフィルム133がそれぞれ配置されている。

【0079】従来の円偏光板を使用しない直線偏光板と垂直配向セルとにNOCフィルムを組み合わせる場合では、図28の構成から1/4波長板122と、1/4波長板132と、NOCフィルム133とを取り去った構成となる。

【0080】図28の円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDと、従来の直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDを作成し、それぞれでデューティ駆動とスタティック駆動を行って視角特性の測定を行った結果を図29と図30に示す。図29は、16.

49 biasで1/240デューティ駆動条件で、  
 (a)が従来の直線偏光板+NOCフィルムのLCD、  
 (b)が円偏光板+NOCフィルムのLCDの視角特性である。図30は、 $T_{max}$ をON電圧とし、0VをOFF電圧としたスタティック駆動で、(a)が従来の直線偏光板+NOCフィルムのLCD、(b)が円偏光板+NOCフィルムのLCDの視角特性である。この測定実験で使用した直線偏光板(円偏光板として使用するものも含め)は、日東電工製G1220DUNで、NOCフィルムは、従来の直線偏光板に組みあわせるものが住友化学製のVAC-C430で、円偏光板に組みあわせるものが同じくVAC-C160であり、円偏光板に使用する1/4波長板は積水化学製のCX-137.6nmを使用した。

【0081】図29のデューティ駆動においては、  
 (a)の直線偏光板のものは、NOCフィルムによる視角補償が効果を奏し、視角特性が等方的かつ均一である。しかし、(b)の円偏光板のものは直線偏光板の透過軸方向である45°と135°方向にハッチングで示した表示反転領域が現れている。

【0082】また、図30のスタティック駆動においては、(a)の直線偏光板のものは、直線偏光板の透過軸方向が特に良好な視角特性を示す等方かつ均一な特性であるのに対し、(b)の円偏光板のものは、デューティ駆動と同様な反転領域が現れた。

【0083】この円偏光板と視角補償用のNOCフィルムとの組み合わせで、上記のような問題のないLCDを得るために、LCD MASTERシミュレータによるシミュレーションを行って液晶セルに貼り合わせるフィルムの最適化条件の検討を行った。シミュレーションのLCDの構成は図28で示したもので、液晶セルは4分割配向で、1/4波長板は理想的波長分散特性を有するものとし、NOCフィルムはVACフィルムのような遅相軸のない理想的な場合を想定した。比較のために、従来の直線偏光板によるLCDとNOCフィルムとの組み合わせの場合についてもシミュレーションを行った。

【0084】図31は従来の直線偏光板の場合で、  
 (a)は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b)は黒レベル等ルミナンス(輝度)特性である。図32は、円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせで、(a)は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b)は黒レベル等ルミナンス特性である。

【0085】図31と図32で、等コントラスト特性のグラフでは、暗く描いた領域ほどコントラストが低く明るいところはコントラストが高い領域であることを表示している。また、黒レベル等ルミナンス特性のグラフは暗く描いた領域ほど輝度が低く明るいところほど輝度が高い領域であることを表示している。

【0086】コントラストと輝度の両特性ともに、NO

Cフィルムリタデーションを最適化し、直線偏光板のLCDはVAC-C430と同等なフィルムの場合が最適であった。一方、円偏光板LCDにおいては、セルの両面にVAC-C430を貼り合わせることで、反転領域(黒の領域)が一番外側にシフトした。この原因は、等ルミナンス特性を見れば判るように、視角を振った場合にほぼ全方位において、光抜けが激しいことが考えられる。これは正の一軸フィルムである1/4波長板と負の一軸フィルムであるNOCフィルムが組み合わさると互いの特性をキャンセルするような効果があるためと考えられる。すなわち、1/4波長板の厚さ方向のリタデーションがNOCフィルムの視角補償能力を劣化させる働きをしていると考えられる。

【0087】そこで、1/4波長板自体にNOCフィルムの作用を付加する「2軸フィルム」、すなわち、フィルム内の屈折率の大小関係が $N_x > N_y > N_z$ (但し、 $N_x$ は図31の90°-270°方向、 $N_y$ は同図180°-0°方向、 $N_z$ は紙面に垂直な方向の屈折率を示す。)になるようなものであれば、改善ができるのではないかと考察した。

【0088】図33にシミュレーションにより最適化した2軸フィルムを1/4波長板として用いた場合の視角特性を示す。同図で(a)は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b)は黒レベル等ルミナンス特性である。図28の1/4波長板122をx方向(遅相軸方向)に延伸し、1/4波長板132をy方向(遅相軸方向)に延伸したものである。 $N_x > N_y > N_z$ の例としては、 $N_x = 1.5017$ 、 $N_y = 1.50105$ 、 $N_z = 1.49782$ (フィルム厚み=211.6μm)の2軸フィルムである。

【0089】図33の(a)の等コントラスト特性からみて、表示反転領域を完全に除去することができた。特に、1/4波長板の遅相軸方向に対して視角が広い。これは丁度図29、30の表示反転領域を無くした状態に相当する。この改善理由は、同図(b)の黒レベル等ルミナンス特性を見ればわかるように、特に1/4波長板の遅相軸方向の光抜けが抑制されたためと考えられる。しかし、直線偏光板のLCDの場合のような偏光板透過軸に対する視角の改善は見られないために、セルサイズがある程度大きい場合には、感覚的には視角が狭いように感じられるかもしれない。

【0090】そこで、直線偏光板の透過軸方向に対して視角が広くなるような条件をシミュレーションで検討してみた。その結果、VACフィルム2枚貼り条件で図34に示したような特性が得られた。同図で(a)は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b)は黒レベル等ルミナンス特性である。この特性では、1/4波長板の遅相軸方向では表示反転が現れるが、黒レベルの光抜け状態は、図32の単なる一軸フィルムの場合よりもむしろ良好である。

【0091】さらに、シミュレーションにより、直線偏光板透過軸方向に良好な視角が得られる条件を検索し、表示反転が無い条件を探したが、黒レベルの光抜け抑制を重視すると図34のシミュレーションでの条件が最適であった。

【0092】以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせが可能なことは当業者に自明であろう。

【0093】

【発明の効果】以上説明したように、液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置において、円偏光板を偏光子及び検光子として使用することによって、液晶分子が一樣方向配向の単結晶的配列の液晶表示装置と同様な実効開口率を有し、視角依存性を低下し、しかも表示品質を高めることができる。

【0094】電界が画素内で不均一な液晶セルに適用すれば、その場合でも液晶分子の方位角方向異常配向状態を不可視化して、かつその領域を有効画素化して実効的な開口率を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例による透過型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の配置関係を示した模式図である。

【図2】 本発明の他の実施例による反射型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の配置関係を示した模式図である。

【図3】 本発明の別の実施例による反射型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の配置関係を示した模式図である。

【図4】 本発明のさらに別の実施例による透過型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の別の配置関係を示した模式図である。

【図5】 従来の直線偏光板を使用したスリット電極を有する液晶セルの顕微鏡写真である。

【図6】 本発明の円偏光板を使用したスリット電極を有する液晶セルの顕微鏡写真である。

【図7】 本発明の実施例による液晶セルのツイスト角の違いによる光透過率特性の変化をシミュレーション検討した結果を示すグラフである。

【図8】 本発明の実施例による液晶セルの光透過率特性の変化をシミュレーション検討した結果を示すグラフである。

【図9】 a-ECBモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図10】 a-HANモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図11】 a-TNモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図12】 スリット配向SHモード液晶セルとランダム配向SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図13】 SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図14】 スリット配向SHモード液晶セルとランダム配向SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図15】 SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図16】 スリット配向SHモード液晶セルとランダム配向SHモード液晶セルとSHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

10 【図17】 一軸ECBモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図18】 一軸HANモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図19】 a-TNモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図20】 スリット配向SHモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図21】 ランダム配向SHモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

20 【図22】 垂直配向SHモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図23】 本発明による透過型液晶表示装置のさらに別の実施例の構成を示した模式図である。

【図24】 円偏光板用の1/4波長フィルムとして「2枚貼り」タイプのものと、「一枚貼り」タイプのものの性能評価実験結果のグラフである。

【図25】 円偏光板の1/4波長板のパラレル配置のものとクロス配置のものの特性比較グラフである。

30 【図26】 円偏光板の1/4波長板のクロス配置のものと1枚貼りと2枚貼りタイプの特性比較グラフである。

【図27】 従来の液晶セルに直線偏光板だけの配置と、パラレル配置の円偏光板と、クロス配置円偏光板とのそれぞれの配置のLCDの評価実験結果である。

【図28】 垂直配向セルと円偏光板にNOCフィルムを組み合わせた透過型の液晶表示装置の一例の模式図である。

【図29】 従来の直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDと、円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDとでデューティ駆動を行って視角特性の測定した結果である。

【図30】 従来の直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDと、円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDとでスタティック駆動を行って視角特性の測定をした結果である。

【図31】 従来の直線偏光板によるLCDとNOCフィルムとの組み合わせの場合のシミュレーショングラフである。

50 【図32】 円偏光板によるLCDとNOCフィルムとの組み合わせの場合のシミュレーショングラフである。

【図33】 シミュレーションにより最適化した2軸フィルムを1/4波長板として用いた場合の視角特性である。

【図34】 2軸フィルム2枚貼り条件でシミュレーションした視角特性である。

【図35】 従来の直線偏光板を用いた透過型液晶表示装置遅の液晶層と偏光板の配置関係を示した模式図である。

【符号の説明】

10、110 液晶層

11、111 液晶分子

20、30、50、60、70、80、120、130\*

\* 円偏光板

21、31、51、61、71、81、121、131

直線偏光板

22、32、52、62、72、82、122、132

1/4波長板

40 反射板

60 電極

61 スリット

90 コレステリックフィルム

10 100 コモン電極

101 スリット開口部

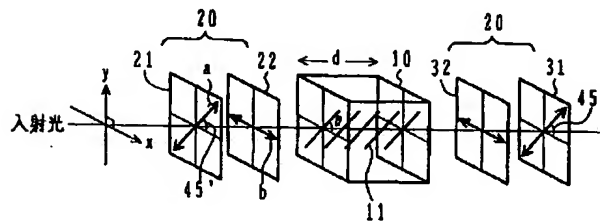
123、133 NOCフィルム

【図1】

【図3】

本発明の実施例

$$I = E_{out} E_{out}^* = \sin^2 \theta \quad \dots (3)$$

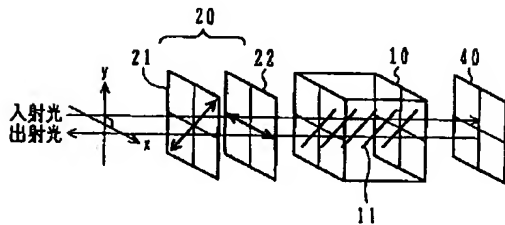


【図6】

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \sin^2 \left( \frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (6)$$

【図2】

【図4】



$$E_{out} = \begin{bmatrix} E_{xout} \\ E_{yout} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{i\theta} \cos^2 \theta + \sin^2 \theta \\ \sin \theta \cos \theta (e^{i\theta} - 1) \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{xin} \\ E_{yin} \end{bmatrix}$$

$$E_{out} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ i E_{xin} (e^{i\theta} + 1) \end{bmatrix}$$

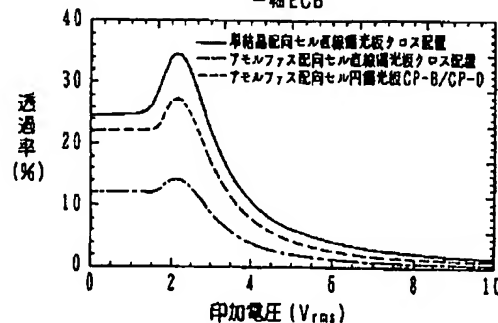
【図5】

【図17】

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \cos^2 \left( \frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (5)$$

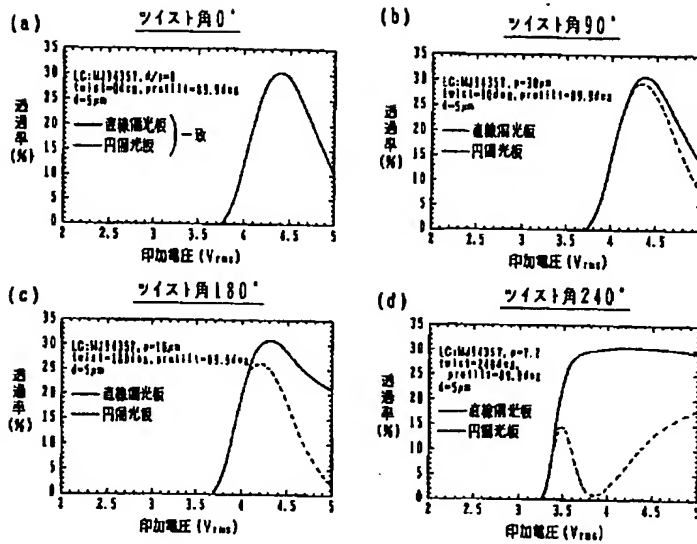
実験例(1)

一軸ECB



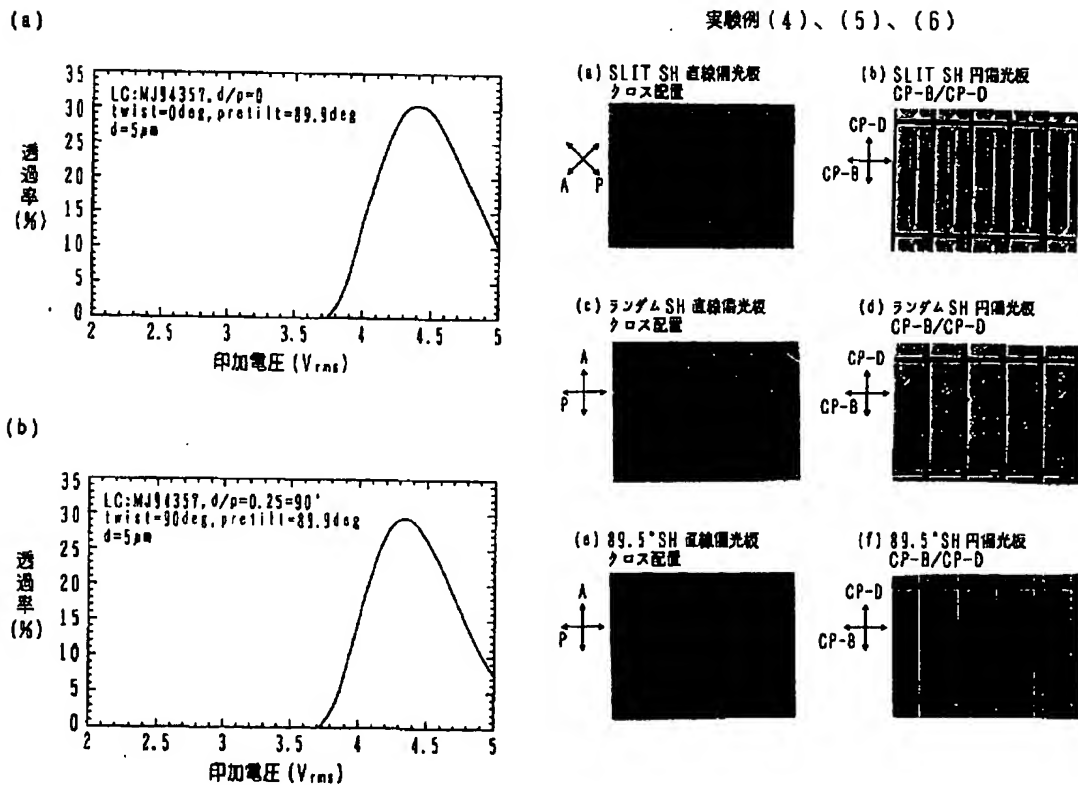


【図7】



【図8】

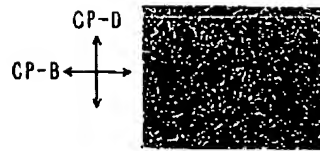
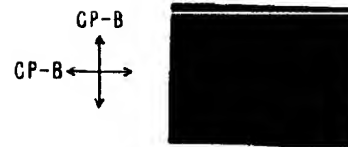
【図16】





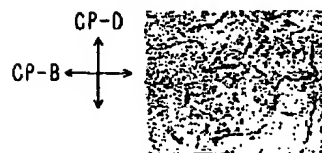
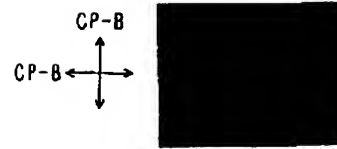
【図9】

## 実験例(1)

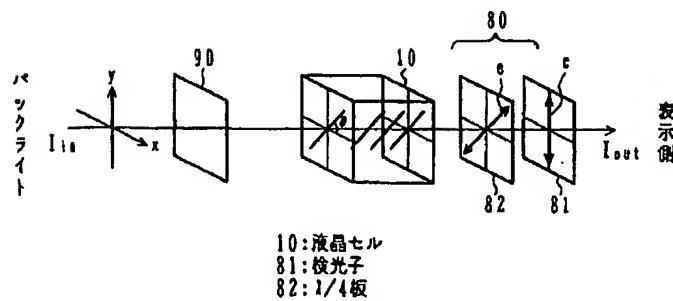
(a) a-ECB直線偏光板  
クロス配置(b) a-ECB円偏光板  
CP-B/CP-D(c) a-ECB円偏光板  
CP-B/CP-B

【図10】

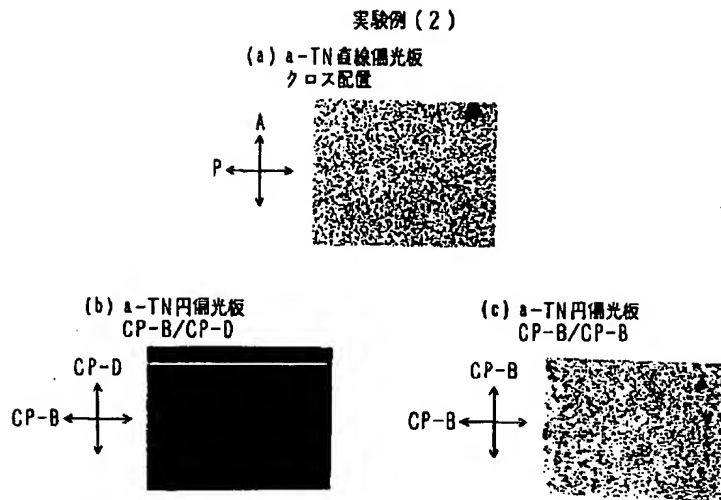
## 実験例(3)

(a) a-HAN直線偏光板  
クロス配置(b) a-HAN円偏光板  
CP-B/CP-D(c) a-HAN円偏光板  
CP-B/CP-B

【図23】

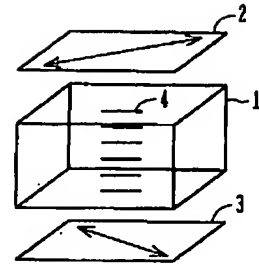


【図11】



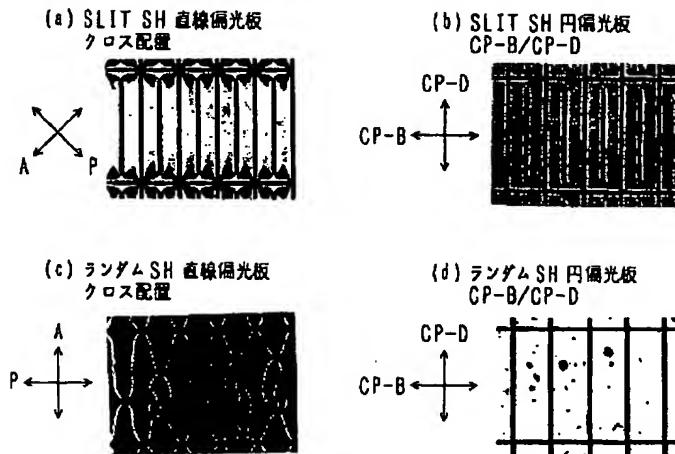
【図35】

従来の技術

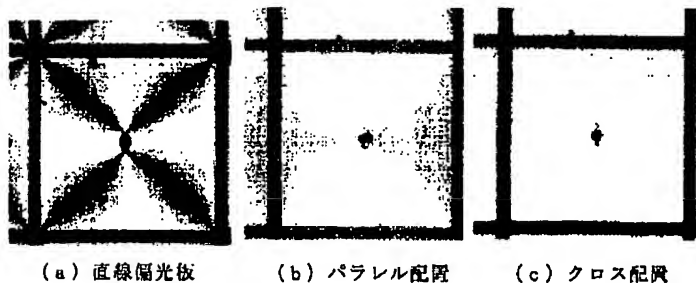


【図12】

実験例(4)、(5)

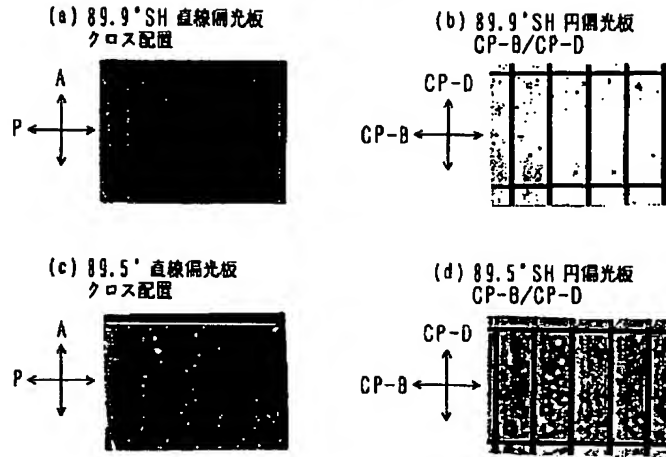


【図27】



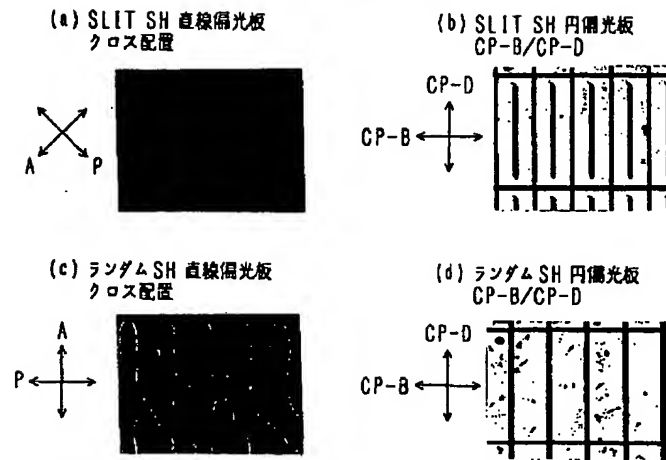
【図13】

## 実験例(6)

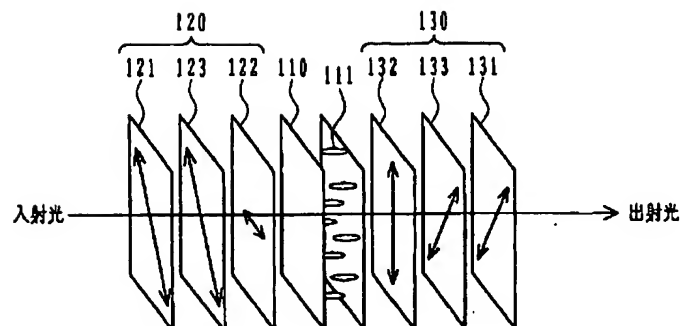


【図14】

## 実験例(4)、(5)

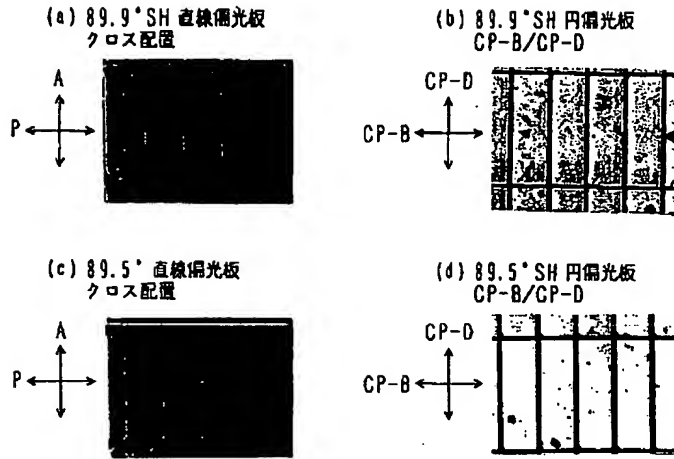


【図28】



【図15】

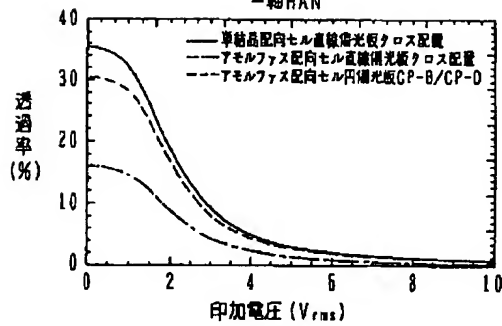
## 実験例(6)



【図18】

## 実験例(3)

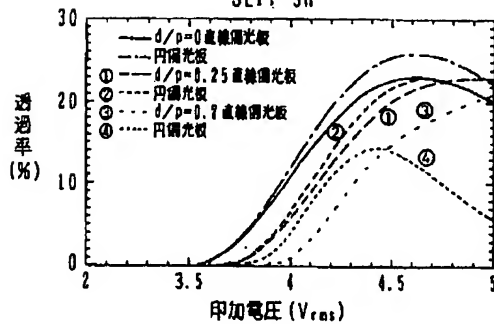
一軸HAN



【図20】

## 実験例(4)

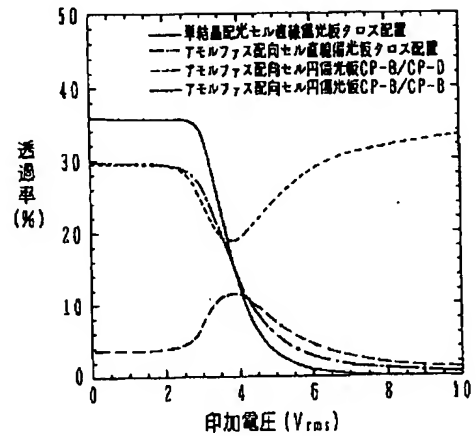
SLIT SH



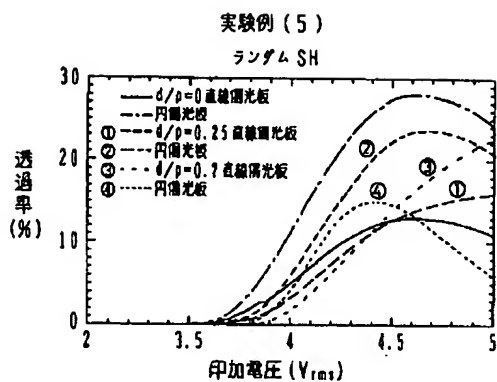
【図19】

## 実験例(2)

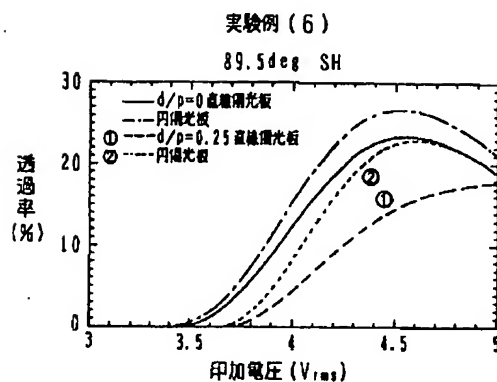
n-TN



【図21】

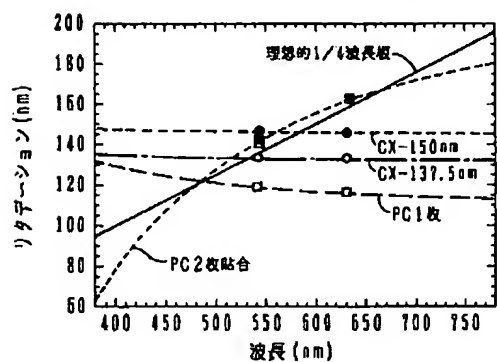


【図22】



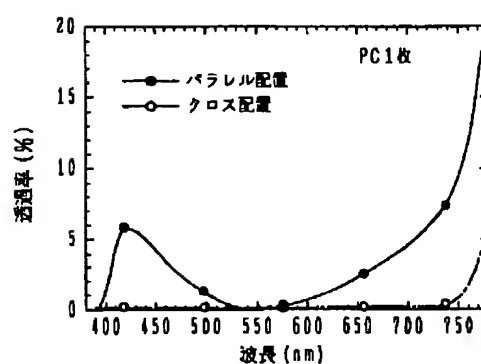
【図24】

波長分散カーブフィッティング結果



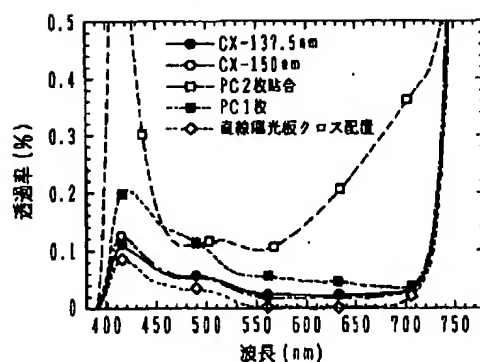
【図25】

左右円偏光板配置依存



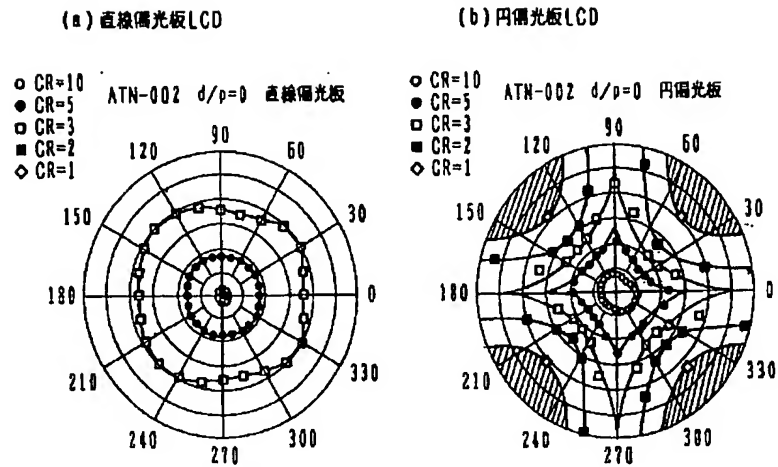
【図26】

左右円偏光板クロス配置時フィルム依存



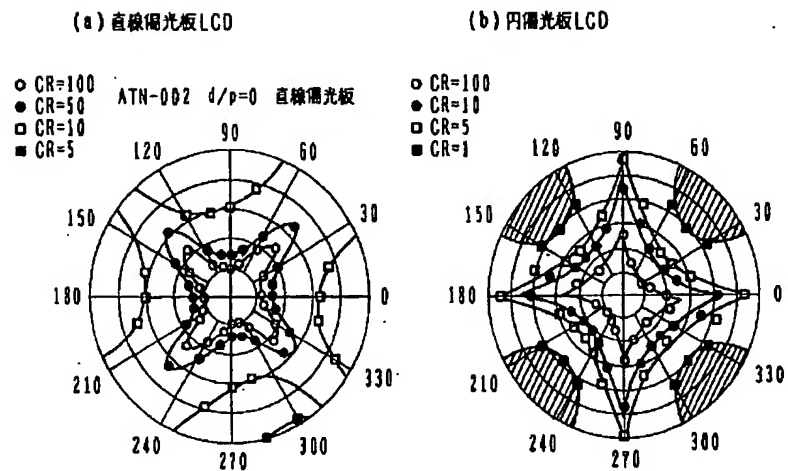
【図29】

デューティ駆動時視角特性

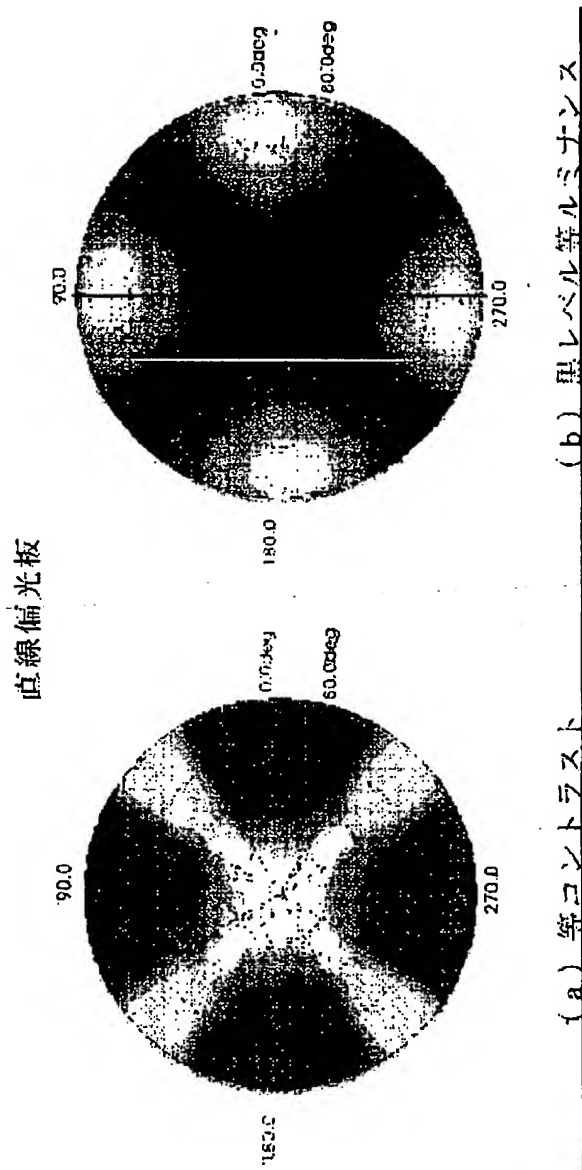


【図30】

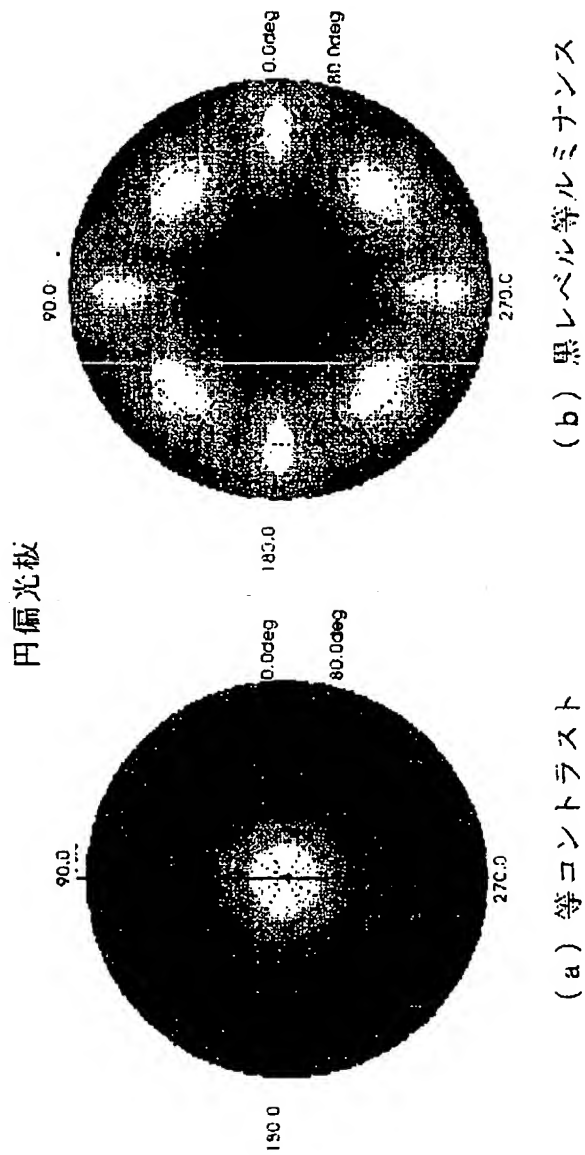
スタティック駆動時視角特性



【図31】

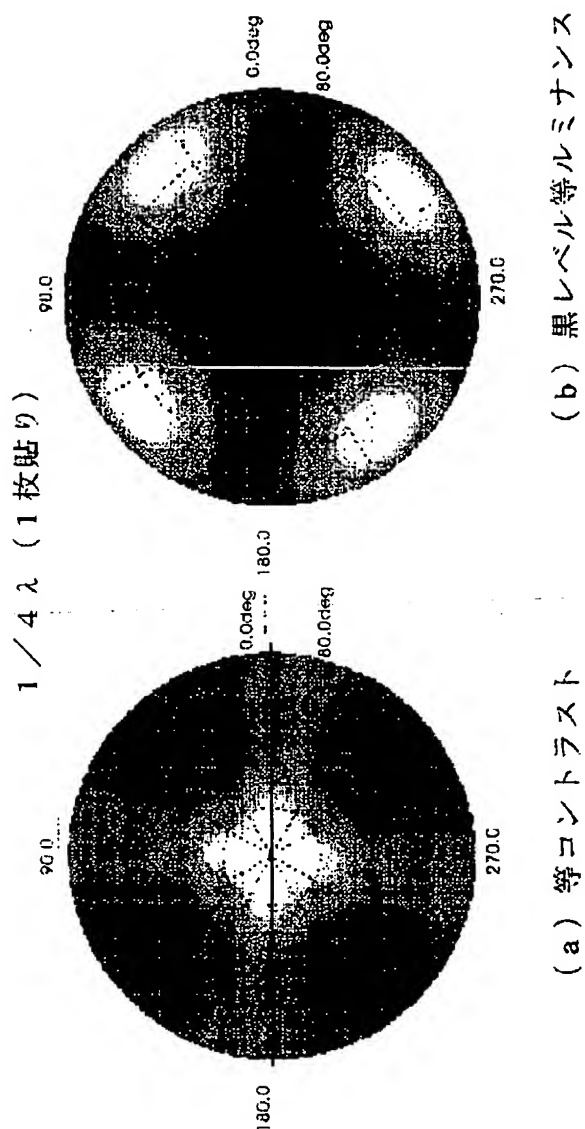


〔図32〕

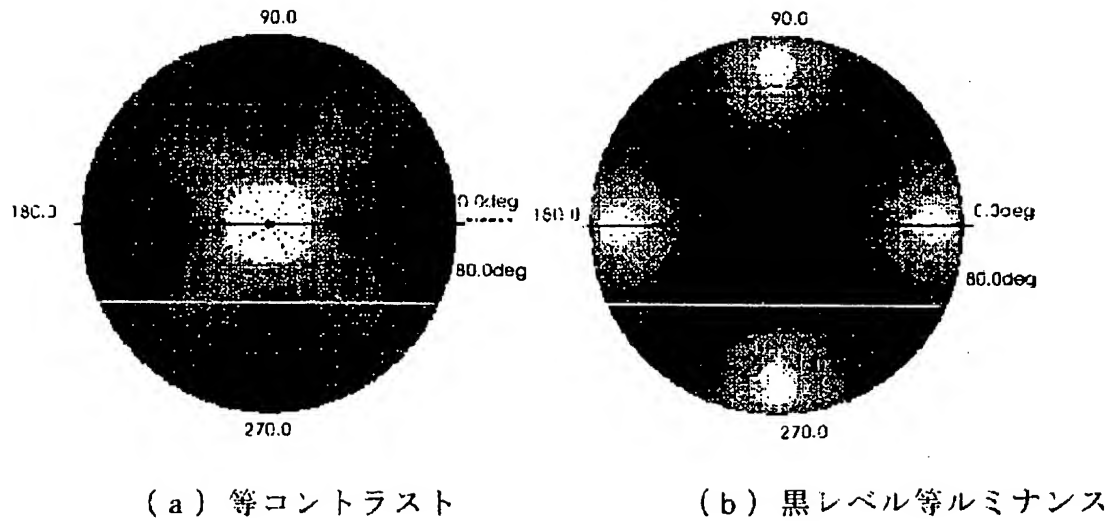




【図33】



【図34】

 $\lambda/8 + \lambda/8$  (2枚貼り)

フロントページの続き

(72)発明者 飯村 靖文  
 神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1  
 スタンレー電気株式会社技術研究所内

Fターム(参考) 2H088 EA02 HA16 HA17 HA18 HA21  
 JA05 JA09 JA12 KA07 KA11  
 KA17 KA18 LA01 LA04 LA09  
 MA06 MA07  
 2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z  
 FA14Y FC07 FD08 FD09  
 FD10 GA06 HA07 HA09 KA02  
 KA03 LA16 LA19

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成14年4月26日(2002.4.26)

【公開番号】特開2002-40428(P2002-40428A)

【公開日】平成14年2月6日(2002.2.6)

【年通号数】公開特許公報14-405

【出願番号】特願2000-273321(P2000-273321)

【国際特許分類第7版】

G02F 1/13363

1/1335 510

1/139

【FI】

G02F 1/13363

1/1335 510

1/137 505

【手続補正書】

【提出日】平成14年1月15日(2002.1.15)

\*【補正対象項目名】図3

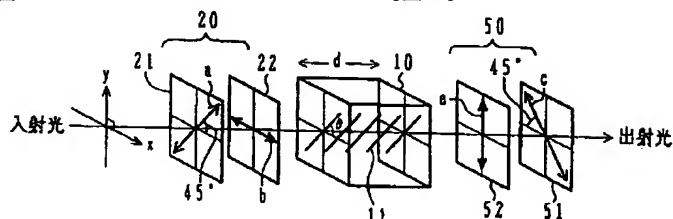
【補正方法】変更

【補正内容】

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

\*【図3】



【手続補正2】

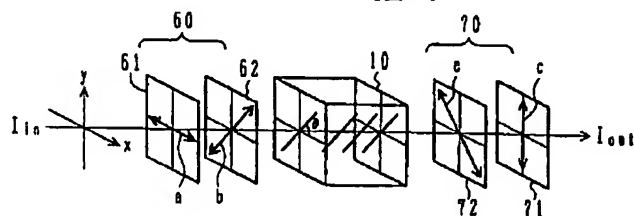
※【補正方法】変更

【補正対象書類名】図面

【補正内容】

【補正対象項目名】図4

※【図4】



10:液晶セル  
61:偏光子  
62:λ/4板  
71:検光子  
72:λ/4板